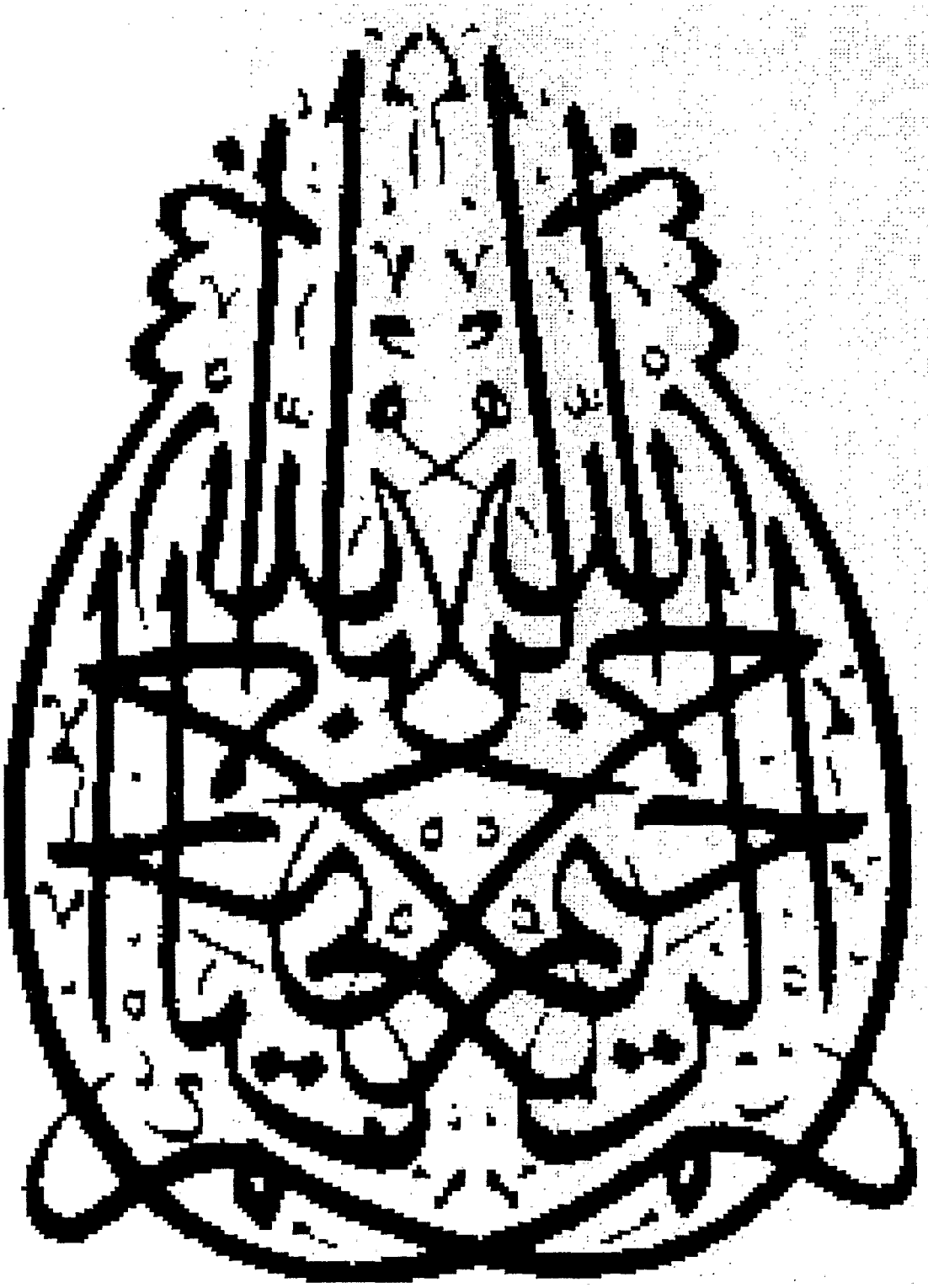
٨١٩٩



١١٤٥٨٣

دانشگاه تربیت مدرس

دانشکده علوم پایه

پایان نامه دوره کارشناسی ارشد رشته شیمی (معدنی)

عنوان پایان نامه

سنتز، شناسایی، مطالعات ساختاری و آنالیز حرارتی پلیمرهای کئوردیناسیونی جدید با ابعاد نانو از سرب(II)

نگارش:

علیرضا اصلانی

استاد راهنما:

دکتر علی مرسلی

۱۳۸۸/۳/۱۱

تایید اطلاعات مدارک علمی برنده
تصمیم مدارک

بهمن ماه ۱۳۸۷

۱۱۴۵۸۲

دانشگاه تربیت مدرس

دانشکده علوم پایه

بسمه تعالی

تاییدیه اعضای هیات داوران حاضر در جلسه دفاع از پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد

عضای هیئت داوران نسخهٔ نهایی پایان‌نامه آقای **علیرضا اصلانی** رشته **شیمی (معدنی)** تحت عنوان: «**سنتز، شناسایی، مطالعات ساختاری و آنالیز حرارتی پلیمرهای کئوردینانسیونی جدید با ابعاد نانو از سرب II**» از نظر فرم و محتوا بررسی نموده و آنرا برای اخذ درجهٔ کارشناسی‌ارشد مورد تائید قرار دادند.

اعضای هیأت داوران	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	امضاء
۱- استاد راهنما	دکتر علی مرسلی	دانشیار	
۲- استاد ناظر داخلی	دکتر علیرضا محجوب	استاد	
۳- استاد ناظر داخلی	دکتر خدایار قلی‌وند	استاد	
٤- استاد ناظر خارجی	دکتر ناصر صفری	استاد	
٥- نماینده تحصیلات تکمیلی	دکتر علیرضا محجوب	استاد	

۱۳۸۸/۲/۱

بسمه تعالی

آیین‌نامهٔ چاپ پایان‌نامه (رساله)های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرّس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان‌نامه (رساله)های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرّس، مبیّن بخشی از فعالیتهای علمی - پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش‌آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می‌شوند:

مادهٔ ۱ در صورت اقدام به چاپ پایان‌نامه (رساله)ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اطلاع دهد.

مادهٔ ۲ در صفحهٔ سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه)، عبارت ذیل را چاپ کند:

«کتاب حاضر، حاصل پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد/رسالهٔ دکتری نگارنده در رشتهٔ شیمی معدنی *است که در سال* ۸۷ *در دانشکدهٔ* علوم پایه *دانشگاه تربیت مدرّس به راهنمایی سرکار خانم/جناب آقای دکتر* علی نرسلی *، مشاورهٔ سرکار خانم/جناب آقای دکتر* _____ *و مشاورهٔ سرکار خانم/جناب آقای دکتر* _____ *از آن دفاع شده است.»*

مادهٔ ۳ به منظور جبران بخشی از هزینه‌های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت چاپ) را به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اهداکند. دانشگاه می‌تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر در معرض فروش قرار دهد.

مادهٔ ۴ در صورت عدم رعایت مادهٔ ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ‌شده را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرّس، تأدیه کند.

مادهٔ ۵ دانشجو تعهد و قبول می‌کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می‌تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند؛ به علاوه به دانشگاه حق می‌دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در مادهٔ ۴ را از محلّ توقیف کتابهای عرضه‌شدهٔ نگارنده برای فروش، تأمین نماید.

مادهٔ ۶ اینجانب علیرضا اصلانی دانشجوی رشته شیمی معدنی مقطع ارشد تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می‌شوم.

نام و نام خانوادگی: A.R Aslani

تاریخ و امضا: ۸۷/۱۱/۳۵

دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه:

با عنایت به سیاست‌های پژوهشی و فناوری دانشگاه در راستای تحقق عدالت وکرامت انسانها که لازمه شکوفایی علمی و فنی است و رعایت حقوق مادی و معنوی دانشگاه و پژوهشگران، لازم است اعضای هیأت‌علمی، دانشجویان، دانش‌آموختگان و دیگر همکاران طرح، در مورد نتایج پژوهشهای علمی که تحت عناوین پایان‌نامه، رساله و طرحهای تحقیقاتی با هماهنگی دانشگاه انجام شده است، موارد زیر را رعایت نمایند:

ماده ۱- حق نشر و تکثیر پایان‌نامه/رساله و درآمدهای حاصل از آنها متعلق به دانشگاه می‌باشد ولی حقوق معنوی پدیدآورندگان محفوظ خواهد بود.

ماده ۲- انتشار مقاله یا مقالات مستخرج از پایان‌نامه / رساله به صورت چاپ در نشریات علمی و یا ارائه در مجامع علمی باید به نام دانشگاه بوده و با تایید استاد راهنمای اصلی، یکی از اساتید راهنما، مشاور و یا دانشجوی مسئول مکاتبات مقاله باشد. ولی مسئولیت علمی مقاله مستخرج از پایان‌نامه و رساله به عهده اساتید راهنما و دانشجو می‌باشد.

تبصره: در مقالاتی که پس از دانش‌آموختگی بصورت ترکیبی از اطلاعات جدید و نتایج حاصل از پایان‌نامه/رساله نیز منتشر می‌شود نیز باید نام دانشگاه درج شود.

ماده ۳- انتشار کتاب و یا نرم‌افزار و یا آثار ویژه حاصل از نتایج پایان‌نامه / رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی کلیه واحدهای دانشگاه اعم از دانشکده‌ها، مراکز تحقیقاتی، پژوهشکده‌ها، پارک علم و فناوری و دیگر واحدها باید با مجوز کتبی صادره از معاونت پژوهشی دانشگاه و براساس آئین‌نامه‌های مصوب انجام شود.

ماده ٤- ثبت اختراع و تدوین دانش فنی و یا ارائه یافته‌ها در جشنواره‌های ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی که حاصل نتایج مستخرج از پایان‌نامه/رساله و تمامی طرح‌های تحقیقاتی دانشگاه باید با هماهنگی استاد راهنما یا مجری طرح از طریق معاونت پژوهشی دانشگاه انجام گیرد.

ماده ٥- این آیین‌نامه در ٥ ماده و یک تبصره در تاریخ ۸۷/٤/۱ در شورای پژوهشی و در تاریخ ۸۷/٤/۲۳ در هیأت‌رئیسه دانشگاه به تایید رسید و در جلسه مورخ ۸۷/۷/۱۵ شورای دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب در شورای دانشگاه لازم‌الاجرا است.

Astani

علیرضا صدر ۸۸-۳-۶

تقدیم به

پدر و مادرم

(دو بال و پرم)

به امید زندگی ام، *فرزندم آتیلا*

به یار و یاور و همدم صمیمی زندگی ام

(*همسر پر تلاشم*)

به برادرم *آیدین* (*بهنام*)

و به *خواهرانم* که بر قله ی ایثار ایستادند و تحصیل من را بر تحصیل خودشان ترجیح دادند .

تقدیر و تشکر:

اکنون که به لطف خدای مهربان این دوره از تحصیل را به پایان می برم سپاس بی پایان خود را تقدیم می دارم به:

- استاد گرانقدر، پر تلاش، متواضع، اندیشمند، دلسوز، بزرگوار و عزیزم، جناب آقای دکتر علی مرسلی که در طول این دوره همواره روح امید و تلاش را در من زنده کردند و همواره از راهنمایی های با ارزش ایشان بهره مند بودم و هیچگاه زحمات زیادی را که برای من متقبل شدند فراموش نخواهم کرد.

- استاد بزرگوارم پروفسور وئیسل توران ییلماز از ترکیه به دلیل همکاریهای صمیمانه ای که با اینجانب داشتند.

- اساتید بزرگوارم خانم دکتر سلن بیلگه و دکتر عادل الیک از ترکیه و دکتر ماتیاس زللر از آمریکا به دلیل همکاریهای صمیمانه ای که با اینجانب داشتند.

- استاد ارجمندم جناب آقای دکتر علیرضا محجوب که همواره من را مورد لطف و عنایت خود قرار دادند و همواره از تجربیات و راهنمایی های با ارزش ایشان بهره مند بودم.
- استاد گرانقدر و دلسوزم جناب آقای دکتر خدایار قلی وند که همواره من را مورد لطف خود قرار دادند و از تجربیات گرانبهاء خود مرا بهره مند ساختند.
- استاد گرانقدر جناب آقای دکتر ناصر صفری که زحمت مطالعه، نظارت و تصحیح پایان نامه مرا به عهده گرفتند.
- تمام دوستان و همکاران بزرگوارم در نهاد نمایندگی مقام معظم رهبری
- جناب آقای حسنی، جناب آقای عباس پور، جناب آقای خادمی، جناب آقای اسکندری و جناب آقای آهوپای، الله آبادی، سخنی، خانم دادخواه و ... به خاطر همکاری های با ارزشی که با اینجانب داشتند.
- سرکار خانم فراهانی منشی بخش شیمی و که همیشه من را مورد لطف و محبت خود قرار دادند.
- برادر ارجمندم مهدی مهدیپور و دوستان بزرگوارم یورش، ارکین، تایماز، ایلقار، صیاد، فرج، علی یاری، جواد، علی پورخلیل، صمد ظهیری، خانم الهام اکبری، خانم امینه عباسی، علی صفری، خانم نجمه رکنی حسینی، آقای پروین، محمد نساج، امین علوی، مجتبی خانپور، کامران اخباری، امیررضا عباسی، صادق رستم نیا، رضا حسین نژاد، حسن مسروری، علیرضا فرخی، بسطامی، یعقوبی، مستعان زاده، اسرافیلی، حجتی، دکتر شهرام برزگر و...

ترکیبات متعددی از سرب(II) با لیگاندهای مختلفی شامل بای پیریدین ها، پیریدین کربوکسیلیک اسیدها و لیگاندهای دیگر سنتز و با روش های طیف سنجی IR ، XRD ، X-Ray ، UV حالت جامد، فلورسانس حالت جامد و SEM شناسایی شدند. برخی نانو ذرات ترکیبات سرب(II) نیز سنتز و شناسایی شدند. ساختار همه ترکیبات که عبارتند از:

$[Pb(\mu\text{-}4,4'\text{-bipy})(\mu\text{-}Br)_2]_n$ (۱)، $[Pb(\mu\text{-bpa})(\mu\text{-}Br)_2]_n$ (۲)، $[Pb(\mu\text{-bpe})(\mu\text{-}Br)_2]_n$ (۳)، $[Pb(\mu_3\text{-}2\text{-pyc})(\mu\text{-}NCS)]_n$ (۴)، $[Pb(\mu_3\text{-}3\text{-pyc})(NCS)]_n$ (۵)، $[Pb(\mu_3\text{-}2\text{-pyc})(\mu\text{-}NCS)]_n$ نانو ساختار (۶)، $[Pb(\mu_3\text{-}2\text{-pyc})(\mu\text{-}NCS)]_n$ نانو ساختار (۷)، PbS نانو ذرات (۸)، $[Pb(4\text{-pyc})_2(H_2O)]_n$ (۹)، $[Pb(4\text{-pyc})_2]_n$ (۱۰) [Pb2(μ-bpa)3(μ-NO3)2(NO3)2]n (۱۱) $[Pb_2(8\text{-Quin})_2(NO_3)(MeOH)]_n$ (۱۲)، [Pb(8-Quin)(NO3)]n (۱۳)، $[Pb(\mu\text{-bpp})(\mu\text{-}Br)_2]_n$ (۱۴)، $[Pb(\mu\text{-bpp})(\mu\text{-}Br)_2]_n$ در ابعاد نانو با روش سونوشیمی (۱۵)، سنتز کمپلکس $[Pb(\mu\text{-bpp})(\mu\text{-}Br)_2]_n$ در ابعاد نانو با روش سولووترمال (۱۶)، نانو ذرات $PbBr_2$ (۱۷)، نانو ذرات PbO (۱۸)، $[Pb(\mu\text{-pyr})(\mu\text{-}I)_2]_n$ (۱۹)، $[Pb(\mu\text{-pyr})(\mu\text{-}I)_2]_n$ در ابعاد نانو با روش سونوشیمی (۲۰) و نانو ذرات PbI_2 (۲۱).

با روش بلور نگاری پرتو-X تعیین شد. در این ترکیبات زوج الکترون لایه والانس به صورت فعال و یا غیرفعال عمل کرده و ساختار این ترکیبات از نوع hemidirected ویا holodirected است. در ترکیب های (۱)، (۲) و (۳) اتمهای برم به صورت دو دندانه و پل عمل می نمایند و جفت الکترونهای سرب غیر فعالند. در ترکیب های (۴) و (۵) این جفت الکترونها فعال می باشند. ترکیبات (۶) ، (۷)، (۸)، (۱۶)، (۱۷)، (۱۸)، (۲۰) و (۲۱) در ابعاد نانو سنتز شدند که با روشهای مختلف شناسایی گردیدند و از آنها تصویربرداری SEM صورت گرفت. ترکیب (۸) با کلسینه کردن ترکیبات (۶) و (۷) با دو مورفولوژی مختلف سنتز گردید. مطالعات طیف سنجی UV-Vis حالت جامد بر روی ترکیب های (۹)، (۱۰)، (۱۲) و (۱۳) صورت گرفت. مطالعات تجزیه حرارتی بر روی تمام ترکیب های سنتز شده صورت گرفت و قطعه قطعه شدن و تجزیه شدن ساختارها در دماهای مختلف و همچنین گرماگیر یا گرمازا بودن فرآیندها مورد بررسی قرار گرفت. مطالعات فلورسانس حالت جامد نیز در ترکیبات (۹)، (۱۰)، (۱۲) و (۱۳) انجام گرفت. مطالعاتی نیز در ترکیبات (۴)، (۵) و (۱۲)، (۱۳) جهت تعیین تبدیل ساختارهایشان به همدیگر صورت گرفت که تبدیل ساختار کریستالی ترکیب (۹) به (۱۰) و برعکس و نیز تبدیل ساختار کریستالی ترکیب (۱۲) به (۱۳) و برعکس نیز اثبات شد. مطالعات XRD نیز بر روی تمام ترکیبات سنتز شده صورت گرفت و در شناسایی ساختاری این ترکیبات کمک بزرگی به ما نمود.

در این کار برای اولین بار در دنیا نانو مواد با مورفولوژی های متفاوت از پیش ماده های پلیمرهای کئوردیناسیونی سنتز گردید.

کلید واژه = نانوشیمی، پلیمرهای کئوردیناسیونی، سنتز، نانو، پلیمر، کریستالوگرافی، سرب و لیگند

فهرست مطالب

عنوان | صفحه

۱-۱- مقدمه ای در مورد سرب ۲

شکل ۱-۱- نحوه کئوردینه شوندگی لیگند اطراف فلز سرب ۴

۱-۱-۲- عوامل موثر در فعال یا غیر فعال بودن لایه ظرفیت سرب(II) ۶

۱-۲- پلیمرهای کئوردیناسیونی ۸

۱-۲-۱- معرفی پلیمرهای کئوردیناسیونی ۸

۱-۲-۲- انواع پیوندها در ساختار پلیمر کئوردینانسیونی ۹

شکل ۱-۲- انواع برهم کنشهای پیوندی بین پلیمرهای کوئوردیناسیونی ۱۱

۱-۲-۳- انواع شبکه های کئوردیناسیونی ۱۱

شکل ۱-۳- انواعی از شبکه های تک بعدی ۱۲

شکل ۱-۴- نمونه ای از یک ساختار خطی تک بعدی ۱۲

۱-۳- خواص پلیمرهای کوئوردینانسیونی ۱۲

۱-۳-۱- خاصیت تخلخل ۱۲

شکل ۱-۵- طبقه بندی ساختارهای متخلخل براساس ابعاد فضایی ۱۴

شکل ۱-۶- طبقه بندی ترکیبات متخلخل به عنوان نوع اول، دوم و سوم ۱۵

شکل ۱-۷- طبقه بندی انواع ترکیبات متخلخل نوع سوم ۱۶

۱-۳-۲- خواص مغناطیسی ۱۷

۱-۳-۳- خاصیت رسانایی ۱۷

۱-۳-۴- خواص رنگی ۱۷

۱-۳-۵- خواص اکسایش و کاهشی ۱۸

۱-۳-۶- خاصیت کاتالیزوری ۱۸

۱-۳-۷- خواص لومینسا نس ۱۸

فهرست مطالب

عنوان | صفحه

۱-۴- روشهای مختلف تهیهٔ بلور از پلیمرهای کئوردیناسیونی ۱۹

۱-۵-۱- روشهای سنتزی ۲۱

۱-۵-۲- روشهای شناسائی ۲۵

۱-۵-۳- روشهای پرتو ایکس (X-Ray Methods) ۲۵

۱-۵-۴- آنالیز حرارتی ۲۷

۱-۶- نانو مواد ۳۰

شکل ۱-۸- مقایسه اندازه ذرات برای درک نانو مواد ۳۱

شکل ۱-۹- نمایش ایده آل خوشه های شش وجهی ۳۱

۱-۶-۱- ذرات نانو ۳۱

شکل ۱-۱۰- ذرات نانو متری پلی استایرن بر روی ذره کروی میکرونی سیلیکا ۳۲

شکل ۱-۱۱- نمونه ای از مواد نانو ۳۳

شکل ۱-۱۲- ذرات نانو سولفید سرب که در آزمایشگاه دکتر علی مرسلی سنتز شده اند ۳۳

۱-۶-۳- نیروهای موثر در ابعاد نانومتری ۳۴

۱-۷- مواد نانو و برخی از خواص ویژه آنها ۳۵

۱-۷-۱- اهمیت نقطه ذوب نانو کریستالها ۳۵

شکل ۱-۱۳- رابطه دمای ذوب با اندازه ذرات در فلزات طلا ۳۶

۱-۸- روشهای ساخت نانو مواد ۳۶

۱-۸-۱- روش بالا به پایین ۳۷

۱-۸-۲- روش پایین به بالا ۳۷

شکل ۱-۱۴- شمایی از روش بالا به پایین ۳۸

۱-۸-۳- روش خودتجمعی یا خودآرایی ۳۸

فهرست مطالب

عنوان | صفحه

۱-۸-۴- هیدروترمال و سولووترمال ۴۰

شکل ۱-۱۵- نمایش نحوه پر شدن اتوکلاو ۴۱

۱-۸-۵- استفاده از سونوشیمی در تولید نانو ذرات ۴۴

۲-۱- مواد و حلال های مصرفی ۴۸

۲-۲- دستگاه های مورد استفاده ۵۱

۲-۳- روش انجام آزمایشات ۵۲

شکل۲-۱- چگونگی تهیه پلیمرها به روش اول ۵۳

شکل۲-۲- چگونگی تهیه پلیمرها به روش دوم ۵۴

شکل۲-۳- چگونگی تهیه پلیمرها به روش سوم ۵۵

۲-۳-۱- سنتز کمپلکس $[Pb(\mu\text{-}4,4'\text{-bipy})(\mu\text{-}Br)_2]_n$ (۱) ۵۸

۲-۳-۲- سنتز کمپلکس $[Pb(\mu\text{-bpa})(\mu\text{-}Br)_2]_n$ (۲) ۵۹

۲-۳-۳- سنتز کمپلکس $[Pb(\mu\text{-bpe})(\mu\text{-}Br)_2]_n$ (۳) ۶۰

۲-۳-۴- سنتز کمپلکس $[Pb(\mu_3\text{-}2\text{-pyc})(\mu\text{-NCS})]_n$ (۴) ۶۱

۲-۳-۵- سنتز کمپلکس $[Pb(\mu_3\text{-}3\text{-pyc})(NCS)]_n$ (۵) ۶۲

۲-۳-۶- سنتز نانو $[Pb(\mu_3\text{-}2\text{-pyc})(\mu\text{-NCS})]_n$ (۶) ۶۳

۲-۳-۷- سنتز نانو $[Pb(\mu_3\text{-}3\text{-pyc})(NCS)]_n$ (۷) ۶۴

۲-۳-۸- سنتز نانو ذرات PbS (۸) ۶۵

۲-۳-۹- سنتز کمپلکس $[Pb(4\text{-pyc})_2(H_2O)]_n$ (۹) ۶۶

۲-۳-۱۰- سنتز کمپلکس $[Pb(4\text{-pyc})_2]_n$ (۱۰) ۶۷

۲-۳-۱۱- سنتز کمپلکس [Pb2(μ-bpa)3(μ-NO3)2(NO3)2]n (۱۱) ۶۸

۲-۳-۱۲- سنتز کمپلکس $[Pb_2(8\text{-Quin})_2(NO_3)(MeOH)]_n$ (۱۲) ۶۹

فهرست مطالب

عنوان | صفحه

۲-۳-۱۳- سنتز کمپلکس $[Pb(8\text{-}Quin)(NO_3)]_n$ (۱۳) ۷۰

۲-۳-۱۴- سنتز کمپلکس $[Pb(\mu\text{-}bpp)(\mu\text{-}Br)_2]_n$ (۱۴) ۷۱

۲-۳-۱۵- سنتز کمپلکس $[Pb(\mu\text{-}bpp)(\mu\text{-}Br)_2]_n$ در ابعاد نانو با روش سونوشیمی (۱۵). ۷۲

۲-۳-۱۶- سنتز کمپلکس $[Pb(\mu\text{-}bpp)(\mu\text{-}Br)_2]_n$ در ابعاد نانو با روش سولووترمال (۱۶). ۷۳

۲-۳-۱۷- سنتز نانو ذرات $PbBr_2$ (۱۷) ۷۴

۲-۳-۱۸- سنتز نانو ذرات PbO (۱۸) ۷۴

۲-۳-۱۹- سنتز کمپلکس $[Pb(\mu\text{-}pyr)(\mu\text{-}I)_2]_n$ (۱۹) ۷۵

۲-۳-۲۰- سنتز کمپلکس $[Pb(\mu\text{-}pyr)(\mu\text{-}I)_2]_n$ در ابعاد نانو با روش سونوشیمی (۲۰) ۷۶

۲-۳-۲۱- سنتز نانو ذرات PbI_2 (۲۱) ۷۷

۲-۳-۲۲- سنتز نانو ذرات PbO (۲۲) ۷۷

شکل۲-۴- طیف IR کمپلکس $[Pb(\mu\text{-}4,4'\text{-}bipy)(\mu\text{-}Br)_2]_n$ (۱) ۷۸

شکل۲-۵- طیف IR کمپلکس $[Pb(\mu\text{-}bpa)(\mu\text{-}Br)_2]_n$ (۲) ۷۹

شکل۲-۶- طیف ^1HNMR کمپلکس $[Pb(\mu\text{-}bpa)(\mu\text{-}Br)_2]_n$ (۲) ۸۰

شکل۲-۷- طیف IR کمپلکس $[Pb(\mu\text{-}bpe)(\mu\text{-}Br)_2]_n$ (۳) ۸۱

شکل۲-۸- طیف ^1HNMR کمپلکس $[Pb(\mu\text{-}bpe)(\mu\text{-}Br)_2]_n$ (۳) ۸۲

شکل۲-۹- طیف IR کمپلکس $[Pb(\mu_3\text{-}2\text{-}pyc)(\mu\text{-}NCS)]_n$ (۴) ۸۳

شکل۲-۱۰- طیف IR کمپلکس $[Pb(\mu_3\text{-}3\text{-}pyc)(\mu\text{-}NCS)]_n$ (۵) ۸۴

شکل۲-۱۱- طیف IR کمپلکس نانو $[Pb(\mu_3\text{-}2\text{-}pyc)(\mu\text{-}NCS)]_n$ (۶) ۸۵

شکل۲-۱۲- طیف IR کمپلکس نانو $[Pb(\mu_3\text{-}3\text{-}pyc)(\mu\text{-}NCS)]_n$ (۷) ۸۶

شکل۲-۱۳- طیف IR کمپلکس نانو $[Pb(4\text{-}pyc)_2(H_2O)]_n$ (۹) ۸۷

شکل۲-۱۴- طیف IR کمپلکس $[Pb(4\text{-}pyc)_2]_n$ (۱۰) ۸۸

فهرست مطالب

عنوان | صفحه

شکل۲-۱۵- طیف IR کمپلکس $[Pb_2(\mu\text{-bpa})_3(\mu\text{-}NO_3)_2(NO_3)_2]$ (۱۱) ۸۹

شکل۲- ۱۶- طیف IR کمپلکس $[Pb_2(8\text{-Quin})_2(NO_3)(MeOH)]_n$ (۱۲) ۹۰

شکل۲- ۱۷- طیف IR کمپلکس $[Pb_2(8\text{-Quin})_2(NO_3)]_n$ (۱۳) ۹۱

شکل۲- ۱۸- طیف IR کمپلکس $[Pb(\mu\text{-bpp})(\mu\text{-Br})_2]_n$ (۱۴) ۹۲

شکل۲- ۱۹- طیف IR کمپلکس $[Pb(\mu\text{-bpp})(\mu\text{-Br})_2]_n$ در ابعاد نانو (۱۴) ۹۲

شکل۲- ۲۰- مقایسه طیف IR کمپلکس $[Pb(\mu\text{-bpp})(\mu\text{-Br})_2]_n$ بالک و نانو (۱۴) ۹۳

شکل۲- ۲۱- طیف IR کمپلکس $[Pb(\mu\text{-pyr})(\mu\text{-I})_2]_n$ (۱۹) ۹۴

شکل۲- ۲۲- طیف IR کمپلکس $[Pb(\mu\text{-pyr})(\mu\text{-I})_2]_n$ در ابعاد نانو (۲۰) ۹۴

شکل۲- ۲۳- مقایسه طیف IR کمپلکس $[Pb(\mu\text{-pyr})(\mu\text{-I})_2]_n$ بالک و نانو (۲۰) ۹۵

۳-۱ - کمپلکس $[PB(\mu\text{-}4,4'\text{-BIPY})(\mu\text{-BR})_2]_N$ (۱) ۹۷

۳-۱-۱- خواص طیفی کمپلکس (۱) ۹۷

۳-۱-۲- ساختار بلوری کمپلکس (۱) ۹۸

شکل۳-۱- نمایش ORTEP کمپلکس $[Pb(\mu\text{-}4,4'\text{-bipy})(\mu\text{-Br})Br]_n$ (۱) ۹۸

شکل۳-۲- نمایش ساختار دو بعدی کمپلکس$[Pb(\mu\text{-}4,4'\text{-bipy})(\mu\text{-Br})Br]_n$ (۱) ۹۹

۳-۱-۳- خواص گرمایی کمپلکس (۱) ۹۹

شکل ۳-۳- نمودار DTA و TGA کمپلکس $[Pb(\mu\text{-}4,4'\text{-bipy})(\mu\text{-Br})Br]_n$ (۱) ۱۰۰

جدول ۳-۱- داده های کریستالوگرافی برای ترکیب (۱) ۱۰۱

جدول۳-۲- طول Å و زوایای پیوندی ^{o} برای ترکیب(۱) ۱۰۲

۳-۲ - کمپلکس $[PB(\mu\text{-BPA})(\mu\text{-BR})_2]_N$ (۲) ۱۰۲

۳-۲-۱- خواص طیفی کمپلکس۲ ..... ۱۰۲

۳-۲-۲- ساختار بلوری کمپلکس ۲ ..... ۱۰۳

فهرست مطالب

عنوان | صفحه

شکل۳-۴- نمایش ORTEP کمپلکس $[Pb(\mu\text{-}bpa)(\mu\text{-}Br)Br]_n$ (۲) ۱۰۳

شکل۳-۵- نمایش ساختار دو بعدی کمپلکس $[Pb(\mu\text{-}bpa)(\mu\text{-}Br)Br]_n$ (۲) ۱۰۴

۳-۲-۳- خواص حرارتی کمپلکس $[Pb(\mu\text{-}bpa)(\mu\text{-}Br)Br]_n$ (۲) ۱۰۴

شکل ۳-۶- نمودار DTA و TGA کمپلکس $[Pb(\mu\text{-}bpa)(\mu\text{-}Br)Br]_n$ (۲) ۱۰۵

جدول ۳-۳- داده های کریستالوگرافی برای ترکیب (۲) ۱۰۵

جدول۳-۴- طول Å و زوایای پیوندی ^{o} برای ترکیب(۲) ۱۰۶

۳-۳ - کمپلکس $[PB(\mu\text{-}BPE)(\mu\text{-}BR)_2]_N$ (۳) ۱۰۷

۳-۳-۱- خواص طیفی کمپلکس(۳) ۱۰۷

۳-۳-۲- ساختار بلوری کمپلکس (۳) ۱۰۷

شکل۳-۷- نمایش ORTEP کمپلکس $[Pb(\mu\text{-}bpe)(\mu\text{-}Br)Br]_n$ (۳) ۱۰۸

شکل۳-۸- نمایش ساختار دو بعدی کمپلکس $[Pb(\mu\text{-}bpe)(\mu\text{-}Br)Br]_n$ (۳) ۱۰۸

۳-۳-۳- خواص حرارتی کمپلکس $[Pb(\mu\text{-}bpe)(\mu\text{-}Br)Br]_n$ (۳) ۱۰۹

شکل ۳-۹- نمودار DTA و TGA کمپلکس $[Pb(\mu\text{-}bpe)(\mu\text{-}Br)Br]_n$ (۳) ۱۰۹

جدول ۳-۵- داده های کریستالوگرافی برای ترکیب (۳) ۱۱۰

جدول۳-۶- طول Å و زوایای پیوندی ^{o} برای ترکیب۳ ..... ۱۱۱

۳-۴ - کمپلکس $[PB(\mu_3\text{-}2\text{-}PYC)(M\text{-}NCS)]_N$ (۴) ۱۱۲

۳-۵- کمپلکس $[PB(\mu_3\text{-}3\text{-}PYC)(M\text{-}NCS)]_N$ (۵) ۱۱۳

۳-۶- نانو ساختار $[PB(\mu_3\text{-}2\text{-}PYC)(M\text{-}NCS)]_N$ (۶) ۱۱۳

شکل ۳-۱۰- تصویر SEM برای نانوساختار $[Pb(\mu_3\text{-}2\text{-}pyc)(\mu\text{-}NCS)]_n$ (۶) ۱۱۴

۳-۷- نانو ساختار $[PB(\mu_3\text{-}3\text{-}PYC)(M\text{-}NCS)]_N$ (۷) ۱۱۴

۳-۸- نانو ساختار PBS (۸) ۱۱۵

فهرست مطالب

عنوان | صفحه

شکل۳-۱۲- نمایش ORTEP کمپلکس $[Pb(\mu_3\text{-}2\text{-}pyc)(\mu\text{-}NCS)]_n$ (۴) ۱۱۷

شکل۳-۱۳- نمایش ORTEP کمپلکس$[Pb(\mu_3\text{-}3\text{-}pyc)(\mu\text{-}NCS)]_n$ (۵)..... ۱۱۷

شکل۳-۱۴- نمایش ORTEP پلیمر دوبعدی $[Pb(\mu_3\text{-}2\text{-}pyc)(\mu\text{-}NCS)]_n$ (۴) ۱۱۸

شکل۳-۱۵- نمایش ORTEP پلیمر دوبعدی $[Pb(\mu_3\text{-}3\text{-}pyc)(\mu\text{-}NCS)]_n$ (۵) ۱۱۸

۳-(۴ و ۵ و ۶ و ۷)- ۱- خواص طیفی کمپلکسهای ۴و ۵ و نانو ساختارهای ۶و ۷..... ۱۱۹

۳-(۴ و ۵ و ۶ و۷)- ۲- مطالعات حرارتی کمپلکسهای ۴ و ۵ و نانو ساختارهای ۶ و ۷..... ۱۱۹

۳-۱۶- دیاگرام TG برای پلیمر $[Pb(\mu_3\text{-}2\text{-}pyc)(\mu\text{-}NCS)]_n$ ۱۲۰

۳-۱۷- دیاگرام DTA برای پلیمر $[Pb(\mu_3\text{-}2\text{-}pyc)(\mu\text{-}NCS)]_n$..... ۱۲۱

۳-(۴ و ۵ و ۶ و۷)- ۳- مطالعات XRD کمپلکسهای ۴و ۵ و نانو ساختارهای ۶ و ۷ ..... ۱۲۱

شکل ۳-۱۸- طیف XRD برای ترکیب پلیمر $[Pb(\mu_3\text{-}2\text{-}pyc)(\mu\text{-}NCS)]_n$ ۱۲۲

۳-۸- ۴- مطالعات XRD نانوساختار PbS (۸)..... ۱۲۲

شکل ۳-۱۹- طیف XRD برای ترکیب PbS (۸) ۱۲۳

شکل ۳-۲۰- تصویر SEM برای نانوساختار PbS (۸)..... ۱۲۴

شکل ۳-۲۱- تصویر SEM برای نانوساختار PbS (نانو ستاره) (۸) ۱۲۵

جدول ۳-۷- داده های کریستالوگرافی برای ترکیبات ۴ و ۵..... ۱۲۶

جدول۳-۸- طول Å و زوایای پیوندی ^{o} برای ترکیبات ۴ و ۵..... ۱۲۷

۳-۹ - کمپلکس $[PB(4\text{-}PYC)_2(H_2O)]_N$ (۹) ۱۲۸

شکل۳-۲۲- نمایش ORTEP کمپلکس $[Pb(4\text{-}pyc)_2(H_2O)]_n$ (۹)..... ۱۲۹

شکل۳-۲۳- نمایش ساختار سه بعدی کمپلکس $[Pb(4\text{-}pyc)_2(H_2O)]_n$ (۹)..... ۱۲۹

شکل۳-۲۴- نمایش پیوندهای هیدروژنی موجود در کمپلکس $[PB(4\text{-}PYC)_2(H_2O)]_N$ (۹) ... ۱۳۰

۳-۹ - کمپلکس $[PB(4\text{-}PYC)_2]_N$ (۹) ۱۳۰

فهرست مطالب

عنوان | صفحه

شکل۳-۲۵- نمایش ORTEP کمپلکس $[PB(4\text{-}PYC)_2]_N$ (۱۰) ۱۳۱

شکل۳-۲۶- نمایش ساختار سه بعدی کمپلکس $[Pb(4\text{-}pyc)_2]_n$ (۱۰) ۱۳۱

۳-۹-۱- مطالعات UV کمپلکس های $[Pb(4\text{-}pyc)_2(H_2O)]_n$ و $[Pb(4\text{-}pyc)_2]_n$ ۱۳۳

شکل۳-۲۸- نمایش جذبهای الکترونی (۹) و (۱۰) ۱۳۴

۳-۹-۲- مطالعات فلورسانس حالت جامد کمپلکس های (۹) و (۱۰) ۱۳۵

شکل۳-۲۹- نمایش فلورسانس حالت جامد ترکیبات (۹) و (۱۰) ۱۳۵

۳-۹-۳- مطالعات XRD کمپلکس های (۹) و (۱۰) ۱۳۶

شکل۳-۳۰- طرح الگوی پراش پرتو XRD ترکیبات (۹) و (۱۰) ۱۳۶

۳-۹-۴- مطالعات آنالیز حرارتی کمپلکس های (۹) و (۱۰) ۱۳۷

شکل۳-۳۱- نمایش TG و DTA ترکیبات (۹) و (۱۰) ۱۳۷

جدول ۳-۹- داده های کریستالو گرافی ترکیبات (۹) و (۱۰) ۱۳۹

جدول ۳-۱۰- طول و زوایای پیوند مربوط به کمپلکس $[Pb(4\text{-}pyc)_2(H_2O)]_n$ (۹) ۱۴۰

جدول ۳-۱۱- طول و زوایای پیوند مربوط به کمپلکس $[Pb(4\text{-}pyc)_2]_n$ (۱۰) ۱۴۰

جدول ۳-۱۲- طول و زوایای پیوند هیدروژنی مربوط به کمپلکس (۹) ۱۴۰

۳-۱۱- کمپلکس $[Pb_2(\mu\text{-}bpa)_3(\mu\text{-}NO_3)_2(NO_3)_2]_n$ (۱۱) ۱۴۱

۳-۱۱-۱- مطالعات طیفی کمپلکس $[Pb_2(\mu\text{-}bpa)_3(\mu\text{-}NO_3)_2(NO_3)_2]_n$ (۱۱) ۱۴۲

شکل۳-۳۲- نمایش ساختار سه بعدی کمپلکس (۱۱) ۱۴۳

شکل۳-۳۳- نمایش حالتهای مختلف قرار گیری لیگند bpa در فضا (۱۱) ۱۴۴

شکل ۳-۳۴- نمایش نمایش ORTEP کمپلکس (۱۱) ۱۴۵

شکل ۳-۳۵- نمایش نمایش ORTEP کمپلکس (۱۱) ۱۴۶

شکل ۳-۳۶- نمایش ORTEP کمپلکس $[Pb_2(\mu\text{-}bpa)_3(\mu\text{-}NO_3)_2(NO_3)_2]_n$ (۱۱) ..۱۴۶

فهرست مطالب

عنوان | صفحه

شکل ۳-۳۷- نمایش ساختار پلیمر سه بعدی (۱۱)..... ۱۴۷

۳-۱۱-۲- مطالعات گرمایی کمپلکس $[Pb_2(\mu\text{-bpa})_3(\mu\text{-}NO_3)_2(NO_3)_2]_n$ (۱۱)..... ۱۴۷

شکل ۳-۳۸- نمایش طیف آنالیز حرارتی کمپلکس (۱۱)..... ۱۴۸

۳-۱۱-۳- مطالعات فلورسانس حالت جامد کمپلکس (۱۱)..... ۱۴۸

شکل ۳-۳۹- نمایش طیف فلورسانس حالت جامد کمپلکس (۱۱)..... ۱۴۸

جدول ۳-۱۳- داده های کریستالو گرافی ترکیب (۱۱)..... ۱۴۹

جدول ۳-۱۴- طول (Å) و زوایای (^{o}) پیوند مربوط به کمپلکس (۱۱)..... ۱۵۰

۳-۱۲- کمپلکس $[PB_2(8\text{-QUIN})_2(NO_3)_2(MEOH)]$ (۱۲)..... ۱۵۱

۳-۱۳- کمپلکس $[PB\ (8\text{-QUIN})\ (NO_3)]$ (۱۳)..... ۱۵۱

شکل ۳-۴۰- نمایش ORTEP کمپلکس $[Pb_2(8\text{-Quin})_2(NO_3)_2(MeOH)]$ (۱۲).. ۱۵۲

شکل ۳-۴۱- نمایش ORTEP کمپلکس $[Pb_2(8\text{-Quin})\ (NO_3)]$ (۱۳)..... ۱۵۲

شکل ۳-۴۲- نمایش واحد تترامری پلیمر $[Pb_2(8\text{-Quin})_2(NO_3)_2(MeOH)]$ (۱۲).... ۱۵۳

شکل ۳-۴۳- نمایش تشکیل پلیمر یک بعدی (۱۲)..... ۱۵۴

شکل ۳-۴۴- نمایش واحد دیمری جهت تشکیل پلیمر $[Pb(8\text{-Quin})(NO_3)]$ (۱۳) ۱۵۵

شکل ۳-۴۵- نمایش تشکیل پلیمر دو بعدی $[Pb_2(8\text{-Quin})_2(NO_3)_2(MeOH)]$ (۱۳)۱۵۶

شکل ۳-۴۶- نمایش تغییر رنگ ترکیب (۱۲) به ترکیب (۱۳) و بر عکس..... ۱۵۷

شکل ۳-۴۷- نمایش تبدیل ساختار یک بعدی (۱۲) به ساختار دو بعدی (۱۳) و برعکس.... ۱۵۸

شکل ۳-۴۸- نمایش تبدیل ساختار ترکیب (۱۲) به ساختار ترکیب (۱۳) و بر عکس..... ۱۵۹

۳- (۱۲) و (۱۳)- ۱ – مطالعات UV حالت جامد کمپلکس های (۱۲) و (۱۳)..... ۱۵۹

شکل ۳-۴۹- جذبهای مشاهده شده مربوط به ترکیب (۱۲)..... ۱۶۰

۳- (۱۲) و (۱۳)-۲- مطالعات فلورسانس حالت جامد کمپلکس های(۱۲) و (۱۳)..... ۱۶۱

فهرست مطالب

عنوان صفحه

شکل ۳-۵۰- نشرهای مشاهده شده مربوط به a) ترکیب (۱۲) ۱۶۱

۳- (۱۲) و (۱۳)-۲- مطالعات XRD کمپلکس های(۱۲) و (۱۳) ۱۶۲

شکل ۳-۵۱- طیف های XRD ترکیب (۱۲) ۱۶۲

۳- (۱۲) و (۱۳)-۳ - مطالعات آنالیز حرارتی کمپلکس های (۱۲) و (۱۳) ۱۶۳

شکل ۳-۵۲- نمودار آنالیز حرارتی ترکیب (۱۲) ۱۶۴

شکل ۳-۵۳- نمودار آنالیز حرارتی ترکیب (۱۳) ۱۶۴

۳-۱۴- کمپلکس $[PB(\mu\text{-}BPP)(M\text{-}BR)_2]_N$ (۱۴) ۱۶۵

۳-۱۵ و ۱۶- نانو ساختار $[PB(\mu\text{-}BPP)(M\text{-}BR)_2]_N$ (۱۵ و ۱۶) ۱۶۶

شکل ۳-۵۴- تصویر SEM برای نانوساختار $[Pb(\mu\text{-}bpp)(\mu\text{-}Br)_2]_n$ (۱۵) ۱۶۷

شکل ۳-۵۵- تصویر SEM برای نانوساختار $[Pb(\mu\text{-}bpp)(\mu\text{-}Br)_2]_n$ (۱۶) ۱۶۸

۳-۱۷- نانو ساختار $PBBR_2$ (۱۷) ۱۶۸

شکل ۳-۵۶- تصویر SEM برای نانوساختار $PbBr_2$ (۱۷) ۱۶۹

۳-۱۸- نانو ساختار PBO (۱۸) ۱۶۹

شکل ۳-۵۷- تصویر SEM برای نانوساختار PbO_2 (۱۸) ۱۷۰

شکل۳-۵۸- نمایش ORTEP کمپلکس $[Pb(\mu\text{-}bpp)(\mu\text{-}Br)_2]_n$ (۱۴) ۱۷۱

شکل۳-۵۹- نمایش ORTEP پلیمر دوبعدی $[Pb(\mu\text{-}bpp)(\mu\text{-}Br)_2]_n$ (۱۴) ۱۷۲

۳-(۱۴ و ۱۵ و ۱۶)- ۱- خواص طیفی کمپلکس ۱۴ و نانو ساختارهای ۱۵ و ۱۶ ..... ۱۷۲

۳-(۱۴ و ۱۵ و ۱۶)- ۲- مطالعات حرارتی کمپلکس ۱۴ و نانو ساختارهای ۱۵ و ۱۶ ..... ۱۷۲

۳-۶۰- دیاگرام TG برای $[Pb(\mu\text{-}bpp)(\mu\text{-}Br)_2]_n$ ۱۷۳

۳-۶۱- دیاگرام DTA برای $[Pb(\mu\text{-}bpp)(\mu\text{-}Br)_2]_n$ ۱۷۴

۳-(۱۴ و ۱۵ و ۱۶)- ۳- مطالعات XRD کمپلکسهای ۱۴ و ۱۵ و ۱۶ ..... ۱۷۴

فهرست مطالب

عنوان | صفحه

۳-۶۲- طیف های XRD برای پلیمر $[Pb(\mu\text{-}bpp)(\mu\text{-}Br)_2]_n$ ۱۷۵

۳- (۱۷ و ۱۸)- ۴- مطالعات XRD نانو ساختارهای ۱۷ و ۱۸ ..... ۱۷۵

شکل ۳-۶۱- طیف XRD برای ترکیبات $PbBr_2$ و PbO ۱۷۶

شکل ۳-۶۲- تصویر SEM برای نانوساختار $PbBr_2$ (۱۷) ۱۷۶

شکل ۳-۶۳- تصویر SEM برای نانوساختار PbO (۱۸) ۱۷۷

۳-۱۹- کمپلکس $[PB(\mu\text{-}PYR)(M\text{-}I)_2]_N$ (۱۹) ۱۷۸

۳-۲۰- نانو ساختار $[PB(\mu\text{-}PYR)(M\text{-}I)_2]_N$ (۲۰) ۱۷۸

شکل ۳-۶۴- تصویر SEM برای نانوساختار $[Pb(\mu\text{-}pyr)(\mu\text{-}I)_2]_n$ (نانو ذره) (۲۰) ۱۸۰

۳-۲۱- نانو ساختار PBI_2 (۲۱) ۱۸۱

شکل ۳-۶۵- تصویر SEM برای نانوساختار PbI_2 (۲۱) ۱۸۱

۳-۲۲- نانو ساختار PBO (۲۲) ۱۸۱

جدول ۳-۱۵- داده های بلور نگاری و پالایش کمپلکس ۱۹ ..... ۱۸۳

شکل۳-۶۶- نمایش ORTEP کمپلکس $[Pb(\mu\text{-}pyr)(\mu\text{-}I)_2]_n$ (۱۹) ۱۸۴

شکل۳-۶۷- نمایش ORTEP پلیمر دوبعدی $[Pb(\mu\text{-}pyr)(\mu\text{-}I)_2]_n$ (۱۹) ۱۸۴

۳-(۱۹ و ۲۰)- ۱- خواص طیفی کمپلکس ۱۹ و نانو ساختار ۲۰ ..... ۱۸۵

۳-(۱۹ و ۲۰)- ۲- مطالعات حرارتی کمپلکس ۱۹ و نانو ساختار ۲۰ ..... ۱۸۵

۳-۶۸- دیاگرام TG برای $[Pb(\mu\text{-}pyr)(\mu\text{-}I)_2]_n$ ۱۸۶

۳-۶۹- دیاگرام DTA برای $[Pb(\mu\text{-}pyr)(\mu\text{-}I)_2]_n$ ۱۸۶

۳-(۱۹و ۲۰)- ۳- مطالعات XRD کمپلکسهای ۱۹ و ۲۰ ..... ۱۸۷

۳-۷۰- طیف های XRD برای $[Pb(\mu\text{-}pyr)(\mu\text{-}I)_2]_n$ ۱۸۷

۳- (۲۱ و ۲۲)- ۴- مطالعات XRD نانو ساختارهای ۲۱ و ۲۲ ..... ۱۸۸

فهرست مطالب

عنوان صفحه

شکل ۳-۷۱- طیف XRD برای ترکیبات PbI_2 و PbO ۱۸۸

شکل ۳-۷۲- تصویر SEM برای نانوساختار PbI_2 (۲۱) ۱۸۹

شکل ۳-۷۳- تصویر SEM برای نانوساختار PbO (۲۲) ۱۹۰

LIST OF PUBLICATIONS ۱۹۵

مراجع ۲۰۰